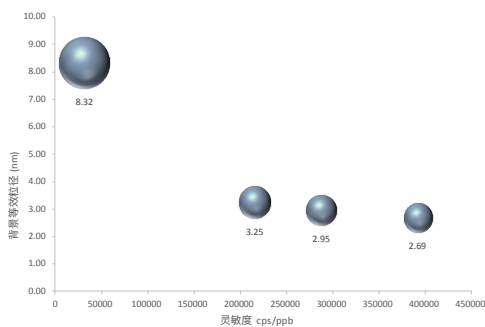


利用 ICP-MS 分析纳米颗粒

灵敏度为何是关键所在

仪器灵敏度决定了能够测量的最小纳米颗粒



分析元素的背景等效粒径计算值与仪器灵敏度 (cps/ppb) 之间的关系。

采用单颗粒 (sp) ICP-MS 测定纳米颗粒唯一最重要的性能特性是灵敏度。它由每秒每单位浓度的响应 (即 cps/ppb) 来表示。低背景、较短的最小驻留时间和测量间零稳定时间等其他仪器参数对优化分析同样重要。但如果缺乏足够高的灵敏度, 则根本无法检出小颗粒, 此时其他参数将失去意义。

灵敏度对精度的影响

绝对灵敏度 (cps/ppb) 对检测和定量极小颗粒的质量至关重要。灵敏度还会影响精度, 而精度限制了可用的最小驻留时间。例如, 在驻留时间为 0.1 ms 的情况下 (常见于利用 ICP-MS 分析纳米颗粒时), 1 的原始响应相当于 10000 cps; 零响应则相当于 0 cps。由于 ICP-MS 检测器只能测量整数响应, 因此可测量的最小信号变化 (1 的原始响应) 相当于 10000 cps。也就是说, 响应为 5 (50000 cps) \pm 1 (10000 cps) 的信号将产生大于 14% RSD 的精度。相比之下, 在同一样品测量中, 灵敏度高 10 倍的仪器所产生的响应是 50 (500000 cps)。假定信号变异均为 \pm 1 响应, 则灵敏度较高的仪器将得到 < 1.5% RSD 的精度。

能够检出的最小颗粒是什么?

绝对灵敏度与背景精度共同决定了 SP-ICP-MS 能够测量的最小颗粒的质量, 该质量称为背景等效质量 (BEM)。假设颗粒呈球形且组成已知, 则可根据 BEM 确定对应的背景等效粒径 (BED)。

ICP-MS 仪器比较

对于给定的任意纳米颗粒元素，可通过简单的计算来比较不同仪器能够实现的 BEM 和 BED。计算过程基于仪器灵敏度（响应因子，单位为 cps/ppb）、驻留时间和背景精度。计算结果可用于比较灵敏度不同的仪器。表 1 比较了使用四种不同 ICP-MS 仪器的公开灵敏度指标获得的金纳米颗粒的 BEM 和 BED。

表 1. 使用竞争厂商的 ICP-MS 和三款安捷伦 ICP-MS 仪器测得的金纳米颗粒的最小可检出质量 (BEM) 和粒径 (BED) 的比较，计算依据为公开的灵敏度和背景指标

	竞争产品 A	Agilent 7800	Agilent 7900	Agilent 8900
Au 的响应因子 (cps/ppb)	32000	216000	288000	392000
驻留时间 (s)	0.00005	0.0001	0.0001	0.0001
BEM (fg)	0.00583	0.00035	0.00026	0.00020
BED (nm)	8.32	3.25	2.95	2.69

如表 1 所示，为改善最小可检出粒径，需要大幅提高灵敏度。这是由于球形颗粒的直径是质量的立方根，质量（也就是信号）在粒径略有降低时就会大幅减小。在本例中，竞争厂商 A 仪器的灵敏度仅有安捷伦仪器灵敏度的 1/12 至 1/7。竞争厂商的仪器能够达到的最小 BED 比安捷伦仪器达到的最小 BED 大 2 至 3 倍左右。这一检测能力的差距背后可能是满足您的应用要求和颗粒信号淹没在噪音中的差别。

利用 spICP-MS 检测小颗粒需要灵敏度，且需要极高的灵敏度。如果灵敏度不足，其他仪器参数就没有任何实际意义。

如需了解更多信息，请访问：

www.agilent.com

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2017
2017 年 12 月 19 日，中国出版
5991-8828ZHCN